

Zastupljenost lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae* u Parku prirode Papuk

Perić, Petra

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:114009>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-07**



**ODJEL ZA
BIOLOGIJU**
Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

[Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Zaštita prirode i okoliša

Petra Perić

**Zastupljenost lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae*
u Parku prirode Papuk**

Diplomski rad

Osijek, 2019.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Zaštita prirode i okoliša

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

Zastupljenost lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae* u Parku prirode Papuk

Petra Perić

Rad je izrađen na: Odjel za biologiju

Mentor: Dr. sc. Filip Stević, doc.

Komentor: Dr. sc. Siniša Ozimec, izv. prof.

Kratak sažetak diplomskog rada:

Cilj ovog rada je utvrditi zastupljenost lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae* u Parku prirode Papuk, te procijeniti ekološke značajke prema indikatorskim vrijednostima. Lišajske vrste iz ove sveze poznate su kao pokazatelji bioraznolikosti i očuvanosti starih šumskih ekosustava u Europi, a osjetljive su na onečišćenja zraka i načine šumskog gospodarenja. Park prirode Papuk posjeduje značajnu raznolikost lišajske flore. Istraživanjem je zabilježeno 12 vrsta lišajeva, svrstanih u 5 porodica i 1 red liheniziranih gljiva. Rastu na stablima bukve (*Fagus sylvatica*), hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) i hrasta medunca (*Quercus pubescens*), a neki rastu na mahovinama. Prema životnom obliku svi su listastog talusa. Ekološke značajke sveze pokazuju da nastanjuje gorska i klimatski hladnija područja s godišnjom količinom oborine preko 1000 mm; najviše lišajeva raste na umjereno kiseloj podlozi i podnosi slabu do umjerenu eutrofikaciju. Prisutnost lišajeva iz epifitske sveze *Lobarion pulmonariae* potvrđuje očuvanost šumskih ekosustava i vrijednu bioraznolikost Parka prirode Papuk.

Broj stranica: 39

Broj slika: 28

Broj tablica: 8

Broj literaturnih navoda: 32

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: lišaj, *Lobarion*, šuma, bioraznolikost, Park prirode Papuk

Datum obrane: 25. listopada 2019.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Dr. sc. Irena Labak, doc., predsjednik
2. Dr. sc. Siniša Ozimec, izv. prof., član
3. Dr. sc. Filip Stević, doc., član
4. Dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer, doc., zamjena član

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Master Thesis

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Department of Biology

Graduate university study programme in Nature and Environmental Protection

Scientific Area: Natural science

Scientific Field: Biology

Presence of lichens from the *Lobarion pulmonariae* alliance in Nature Park Papuk

Petra Perić

Thesis performed at: Department of Biology

Supervisor: Filip Stević, PhD, Assistant Professor

Cosupervisor: Siniša Ozimec, PhD, Associate Professor

Short abstract:

The aim of this thesis is to determine presence of lichens from the *Lobarion pulmonariae* alliance in the Nature Park Papuk, and to assess ecological characteristics regarding the indicator values. Lichen species from this alliance are known as indicators of biodiversity and conservation of old forest ecosystems in Europe, and as sensitive to air pollution and forest management practice. Nature Park Papuk has pronounced diversity of lichen flora. During this study, 12 lichen species were recorded and classified into 5 families and one order of the lichenised fungi. They grows on Common Beech (*Fagus sylvatica*), Sessile Oak (*Quercus petraea*) and Pubescent Oak (*Quercus pubescens*), and some on moss cover. According to life form, all have the foliose type of thallus. Ecological characteristics for the alliance indicate that it is present in the mountain areas with colder climate, annual rainfall above 1.000 mm; most of lichens growth on moderately acid substrate and tolerate weak to moderate eutrophication. Presence of lichens from the *Lobarion pulmonaria* alliance confirm conservation of the forest ecosystems and valuable biodiversity in the Nature Park Papuk.

Number of pages: 39

Number of figures: 28

Number of tables: 8

Number of references: 32

Original in: Croatian

Key words: lichen, *Lobarion*, forest, biodiversity, Nature Park Papuk

Date of the thesis defence: 25 October 2019

Reviewers:

1. Irena Labak, PhD., Assistant Professor, chair
2. Siniša Ozimec, PhD, Associate Professor, member
3. Dr. sc. Filip Stević, PhD, Assistant Professor, member
4. Dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer, PhD, Assistant Professor, member

Thesis deposited: on the Department of Biology website and the Croatian Digital Theses Repository of the National and University Library in Zagreb.

Zahvaljujem mentoru, doc. dr. sc. Filipu Steviću i komentoru, izv. prof. dr. sc. Siniši Ozimecu na stručnom vodstvu, dostupnosti i savjetima koji su mi pomogli tijekom izrade rada.

Zahvaljujem i Draganu Prliću na pomoći i informacijama koje su mi pomogle pri izradi rada.

Također zahvaljujem i svojoj obitelji na strpljenju i emocionalnoj i financijskoj pomoći. Zahvaljujem se i svojim prijateljima i kolegama koji su mi bili podrška tijekom studiranja.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	Biologija i ekologija lišajeva	1
1.2.	Lišajska sveza <i>Lobarion pulmonariae</i>	4
1.3.	Rasprostranjenost i ekologija sveze <i>Lobarion pulmonariae</i> u Hrvatskoj	5
1.4.	Cilj rada	7
2.	MATERIJAL I METODE	8
2.1.	Područje istraživanja	8
	2.1.1. Opći podaci o Parku prirode Papuk	8
	2.1.2. Prirodno-geografska obilježja	9
	2.1.2.1. <i>Reljef i geološka osnova</i>	9
	2.1.2.2. <i>Vode</i>	11
	2.1.2.3. <i>Klima</i>	11
	2.1.2.4. <i>Biljni svijet</i>	12
2.2.	Sakupljanje, obrada i determinacija lišajeva	13
2.3.	Indikatorske vrijednosti	17
3.	REZULTATI	21
3.1.	Popis zastupljenih vrsta	21
3.2.	Opis najznačajnijih vrsta	22
	3.2.1. <i>Lobaria pulmonaria</i>	22
	3.2.2. <i>Lobarina scrobiculata</i>	25
3.3.	Ekološke značajke prema indikatorskim vrijednostima	26
4.	RASPRAVA	33
5.	ZAKLJUČAK	36
6.	LITERATURA	37

1. UVOD

1.1. Biologija i ekologija lišajeva

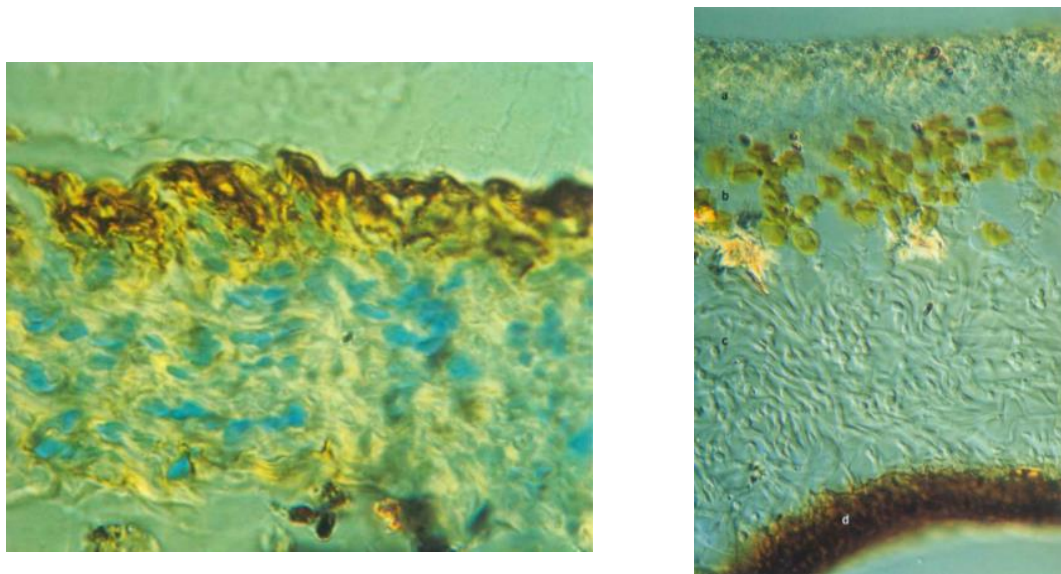
Lišajevi su simbiotski organizmi sastavljeni od fungalnog partnera (mikobionta) i jednog ili više fotosintetskih partnera (fotobionta). Gljive iz odjeljka Ascomycota su u 98 % slučajeva mikobionti. Fotobionti su pripadnici 25 rodova zelenih alga - fikobionti, od kojih su najčešći: *Chlorella*, *Coccomyxa*, *Diplosphaera*, *Ellptochloris*, *Leptosira*, *Myrmecia*, *Stichococcus*, *Trentepohlia*, *Trebouxia* i *Pseudotrebouxia* i 15 rodova cijanobakterija - cijanobionti, od kojih su najčešći: *Calothrix*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema* i *Stigonema* (Dobson, 2018).

Mikobionti nemaju sposobnost samostalne fotosinteze i stvaranja hrane. Gljive koje nisu u lišajskoj simbiozi razvile su druge hranidbene strategije: saprofitizam, parazitizam ili mikoriznu zajednicu. Mikobiont pruža fotobiontu zaštitu od ekstremnih okolišnih uvjeta (temperatura, svjetlost, vlaga), opskrbljuje ga mineralnim tvarima i omogućuje mu opstanak na staništima na kojima kao samostalna jedinka ne bi mogao opstati. Zauzvrat, fotobiont daje mikobiontu produkte fotosinteze, šećere i šećerne alkohole, iz kojih crpi energiju potrebna za život, rast i razmnožavanje ove zajednice. Postoje dvije glavne grupe spojeva koje sintetiziraju lišajevi: primarni metaboliti (intracelularni) i sekundarni metaboliti (ekstracelularni). Primarni metaboliti (proteini, aminokiseline, polioli, karotenoidi, vitamini i polisaharidi) su topljivi u vodi. Većina organskih spojeva nađenih u lišajevima su sekundarni metaboliti mikobionata koji se izlučuju na površinu hifa i nisu topljivi u vodi (Nash, 2008). Poznato je oko 700 sekundarnih metabolita svojstvenih samo lišajevima, a svega 50-60 ih je prisutno u ostalim gljivama ili višim biljkama.

Sistematika lišajeva integrirana je u carstvo: gljive (Fungi), a prema nomenklaturi, naziv vrste odnosi se na naziv mikobionta. Pretpostavljena globalna raznolikost lišajeva varira između 18.882 i 20.000 vrsta (Feuer i Hawksworth, 2007). Raznolikost lišajске flore Hrvatske čini između 1.084 vrste (Mayrhofer i sur., 2018) i 1.275 vrsta (Mehmedović, 2019).

Vegetativno tijelo lišaja, nastalo kao rezultat simbioze, naziva se talus. Talusi se razlikuju po anatomskoj i morfološkoj građi jer nastaju kao rezultat interakcije mikobionta i fotobionta. Prema anatomskoj građi postoje dva oblika lišajskih talusa: homeomerni i heteromerni (Slika 1).

Homeomerni talus ima jednoliku raspodjelu stanica fotobionta i hifa mikobionta. Za razliku od njega, heteromerni ili stratificirani talus je građen od četiri sloja: gornji korteks (kora), fotobiontski sloj, medula (srž) i donji korteks (kora). Vanjski zaštitni sloj (korteks) građen je od usko povezanih i zbijenih hifa. Unutar tog sloja se nalaze pigmenti koji omogućuju zaštitu od UV zračenja. Nakon gornjeg korteksa slijedi sloj fotobionta ili fotosintetski sloj, građen od stanica algi, te rahla srž koju čini splet hifa mikobionta. Donji korteks omogućuje pričvršćivanje lišaja za podlogu (Dobson, 2018).



Slika 1. Prerez homeomernog talusa vrste *Collema auriforme* - lijevo i heteromernog talusa vrste *Flavoparmelia caperata* - desno (Preuzeto iz: Purvis, 2000)

S obzirom na morfološku građu talusa, razlikujemo osnovne oblike lišajeva (Nash, 2008):

- Korasti ili krustozni lišaj čvrsto je vezan za površinu od koje se, bez da ne dođe do njegovog oštećenja, ne može odvojiti. Površina za koju je pričvršćen može biti stijena (epilitski lišaj) ili kora drveća (epifitski lišaj). Ovaj morfološki oblik je najbrojniji u prirodi (Slika 2).
- Listasti ili foliozni lišaj je za razliku od korastog samo djelomično pričvršćen za podlogu. Upravo zbog toga ih je moguće odvojiti od podloge bez da se oštete (Slika 3).
- Grmasti ili frutikozni lišaj, koji je pričvršćen za podlogu samo na jednom mjestu, te se sastoji od brojnih ogranaka. Zbog specifičnog oblika vezanja lako se odvajaju od podloge (Slika 4).



Slika 2. Korasti lišaj *Pertusaria amara* (Foto: Siniša Ozimec)



Slika 3. Listasti lišaj *Peltigera horizontalis* (Foto: Siniša Ozimec)



Slika 4. Grmasti lišaj *Ramalina farinacea* (Foto: Siniša Ozimec)

1.2. Lišajska sveza *Lobarion pulmonariae*

Sveza *Lobarion pulmonariae* Ochsner 1928 je klimaksna epifitska zajednica lišajeva s mahovinama koja raste na deblima starih stabala (Slika 5). Lišajevi iz ove sveze su pokazatelji bioraznolikosti i očuvanosti starih šumskih ekosustava (Brunialti i sur., 2015). Na području Europe zabilježene su 93 vrste lišajeva za svezu, od čega 40 % cijanolišajevi. Prepoznatljiva je po velikim listastim vrstama iz rodova: *Lobaria*, *Nephroma*, *Peltigera*, *Pseudocyphellaria* i *Sticta*, te manjim lisnatim vrstama iz rodova: *Collema*, *Degelia*, *Erioderma*, *Fuscopannaria*, *Leptogium*, *Pannaria* i *Parmeliella* (Rose, 1988).

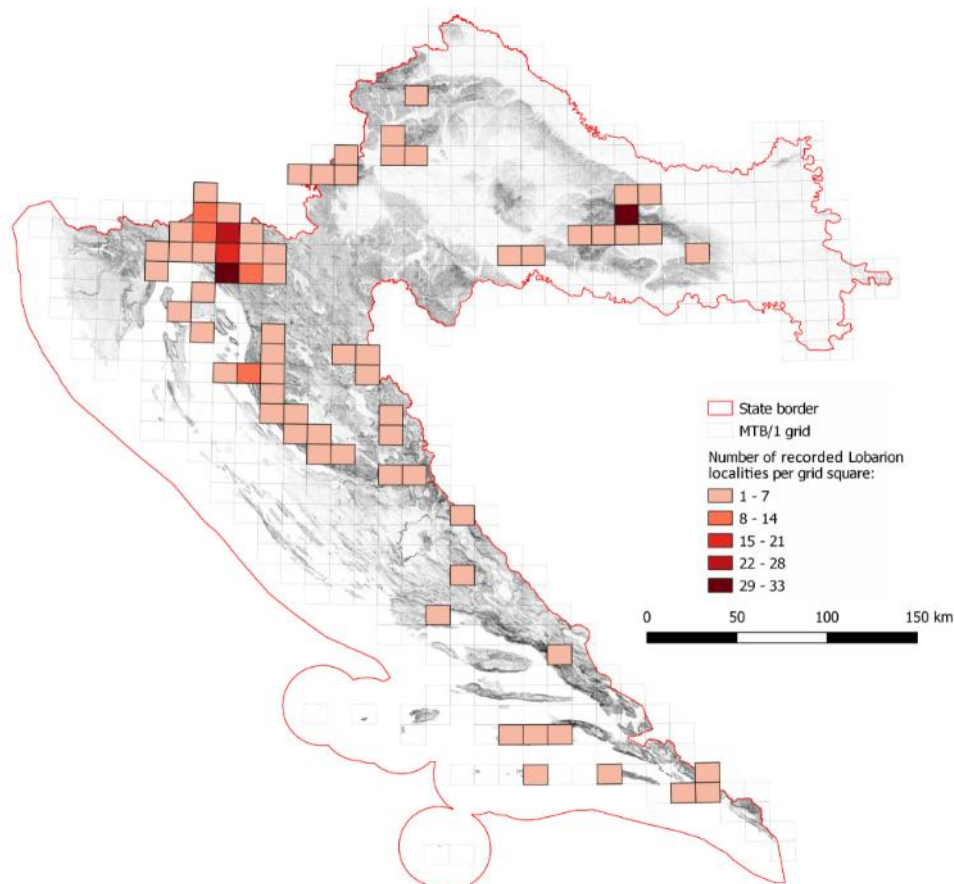


Slika 5. Sveza *Lobarion pulmonariae* na stablu bukve (*Fagus sylvatica*) na lokalitetu Svinjarevac u Parku prirode Papuk (Foto: Siniša Ozimec)

Za razvoj sveze potrebno je humidno, umjereno osvjetljeno stanište s velikom godišnjom količinom oborina. Areal sveze u Europi je disjunktan, atlantsko-montani s dva središta: hiperatlantska provincija zapadne Europe (jugozapadna Norveška, zapadna obala Velike Britanije, Bretanja, sjever Španjolske i Portugala) te masiv Karpata u istočnoj Europi. Lišajevi iz ove sveze osjetljivi su na onečišćenja zraka i načine šumskog gospodarenja. Danas je njihova rasprostranjenost na području sjeverne i središnje Europe reducirana, a relativno je dobro očuvana samo na području južno od Alpa. Sve češće pojave kiselih kiša, onečišćenja zraka te promjene u gospodarenju šumama su doveli do reduciranosti ove sveze na području Europe (Mrak, 2017).

1.3. Rasprostranjenost i ekologija sveze *Lobarion pulmonariae* u Hrvatskoj

Areal sveze *Lobarion pulmonariae* u Hrvatskoj (Slika 6) vezan je uglavnom za područje dinarskog krša u gorskoj i sredozemnoj Hrvatskoj (Ozimec, 2003).



Slika 6. Rasprostranjenost sveze *Lobarion pulmonariae* u Hrvatskoj prema broju nalaza vrsta u MTB mreži (Izradio: Dragan Prlić)

Najveći dio areala obuhvaća središnju i istočnu Istru s planinom Učkom, Gorski kotar, riječko-vinodolsko primorje, otoke Krk, Cres i Rab, planinski lanac Male Kapele i Ličke Plješivice na jugozapadu i Velebit, koji se duljinom od 145 km pruža od prijevoja Vratnik na sjeveru do kanjona Zrmanje na jugu. U tim je područjima izražen modifikacijski utjecaj priobalnih Dinarida, klima je humidna s godišnjim količinama oborine preko 1 200 mm. Sjevernodalmatinska zaravan i zadarsko-šibensko otočje orografski su slabo razvedeni. Klimatski uvjeti (oborine 800-900 mm i niska vlažnost zraka 60-70 %) ne pogoduju razvoju sveze. U srednjoj Dalmaciji nalazišta su vezana za planinski niz Boraja-Kozjak-Mosor-Biokovo-Rilić, koji odvaja obalnu zonu od Dalmatinske zagore. Srednjodalmatinski otoci: Brač, Hvar i Vis reljefno su raščlanjeni s brojnim vrhovima između 300 i 500 m n/v, koji primaju veće količine oborine.

Dubrovačko primorje, Konavle i južnodalmatinski otoci Korčula, Mljet i Lastovo dio su areala s većom gustoćom nalazišta u odnosu na sjevernu i srednju Dalmaciju. Cijelo područje je gorovito, a obalni pojas je uzak. Lastovo i Mljet s južne strane su izrazito pučinski otoci, izloženi utjecaju vlažnog zraka s mora. Godišnje oborine više su od 1000 mm.

Disjunktni dio areala je u panonsko-peripanonskoj Hrvatskoj, gdje su godišnje oborine ispod 1 000 m, dok na istoku Hrvatske iznose 700-800 mm (Ozimec i Prlić, 2019). Izuzetak su izolirani šumoviti gorski masivi Papuka i Psunja u reljefno raščlanjenom slavonskom gorju, koje se količinama oborine izdvajaju od niže okolice (Jankovac, 1 204 mm). Ovdje pripadaju i nalazišta u Samoborskom gorju, okolini Karlovca, na Medvednici iznad Zagreba, kod Lipovljana i okolini naselja Kozice kod Slatine.

Najistočniji nalaz sveze u Hrvatskoj otkrio je i zabilježio Marko Doboš, u lipnju 2019. godine. U pobrđu južne Krndije, između naselja Jurkovac i Nova Ljeskovića, zabilježena je vrsta *Lobaria pulmonaria* na starim stablima hrasta cera, *Quercus cerris* (Slika 7).

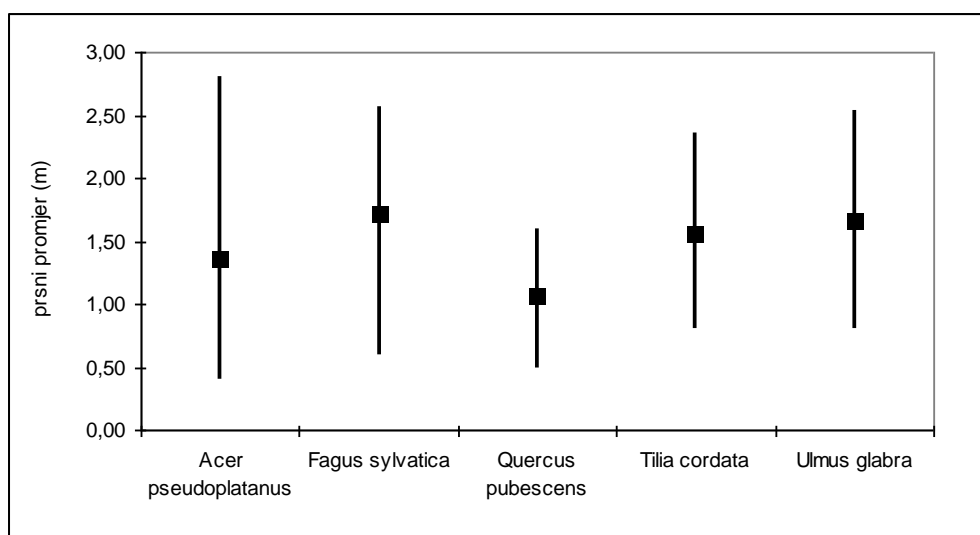


Slika 7. Stablo cera - lijevo, obraslo lišajskom vrstom *Lobaria pulmonaria* - desno (Foto: Siniša Ozimec)

Najčešće vrste drveća na kojima su u Hrvatskoj zabilježeni lišajevi iz sveze *Lobarion pulmonariae* su: bukva (*Fagus sylvatica*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), hrast medunac (*Quercus pubescens*) i hrast crnika (*Quercus ilex*). Slijede smreka (*Picea abies*) i obična jela (*Abies alba*), dok su rjeđe zastupljeni jaseni (*Fraxinus* sp.), pitomi kesten (*Castanea sativa*), gorski brijest (*Ulmus glabra*) i malolisna lipa (*Tilia cordata*).

Starost stabala nositelja epifitskih lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae*, ukazuje na dugi ekološki kontinuitet i neoštećenost šumskog staništa. Pokazatelj starosti stabla je njegov prsni promjer, izmjeren na 130 cm iznad tla (engl. *diameter at breast height*, DBH).

Srednje vrijednosti i rasponi prsnih promjera (DBH) najučestalijih stabala nositelja epifitskih lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae* u Hrvatskoj (Ozimec, 2003) prikazani su na slici 8. Za gorski javor (*Acer pseudoplatanus*) srednji prsni promjer iznosi 1,36 m (max. 2,81 m); za bukvu (*Fagus sylvatica*) 1,72 m (max. 2,56 m); hrast medunac (*Quercus pubescens*) 1,06 m (max. 1,59 m); malolisnu lipu (*Tilia cordata*) 1,55 m (max. 2,36 m) i gorski brijest (*Ulmus glabra*) 1,66 m (max. 2,53 m).



Slika 8. Rasponi i srednje vrijednosti prsnih promjera (DBH) stabala-nositelja sveze *Lobarion pulmonariae* u Hrvatskoj (Preuzeto iz: Ozimec, 2003)

1.4. Cilj rada

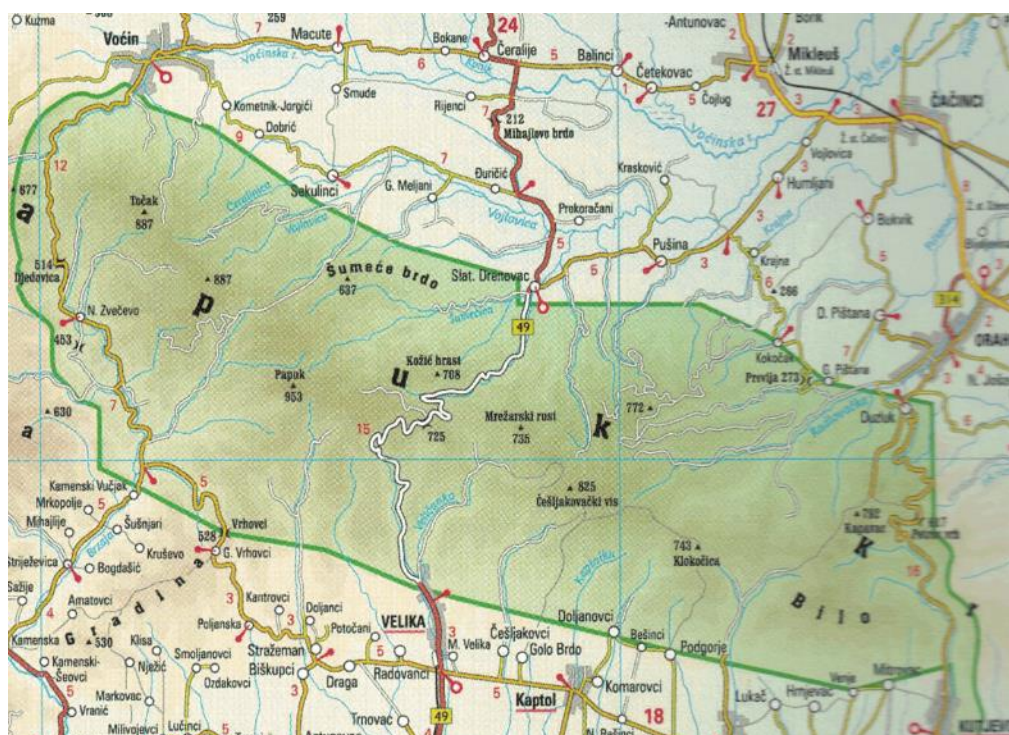
Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi zastupljenost, rasprostranjenost i ekološka obilježja lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae* na području Parka prirode Papuk, što će doprinijeti boljem poznavanju rasprostranjenosti i ekoloških obilježja ove sveze u Hrvatskoj.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje istraživanja

2.1.1. Opći podaci o Parku prirode Papuk

Park prirode Papuk proglašen je 23. travnja 1999., temeljem Zakona o proglašenju Parka prirode Papuk (“Narodne novine” 45/1999.) na površini od 34 307 ha. Administrativno se nalazi na područjima Požeško-slavonske i Virovitičko-podravске županije (Slika 9). Obuhvaća dio Papučko-krndijskoga gorja na potezu: Kutjevo – Velika -Kamenski Vučjak – Zvečevo – Voćin - Slatinski Drenovac – Orahovica - Petrov vrh -Kutjevo.



Slika 9. Zemljovid Parka prirode Papuk (Preuzeto iz Pamić i sur., 2003).

Unutar područja Parka prirode Papuk nalazi se još pet zaštićenih područja (Tablica 1).

Tablica 1. Podaci o zaštićenim područjima u Parku prirode Papuk

Kategorija zaštite	Potkategorija zaštite	Naziv	Površina (ha)	Godina proglašenja
Posebni rezervat	Šumske vegetacije	Sekulinačke planine	11,20	1966.
Park šuma		Šuma Jankovac	623	1955.
Spomenik prirode	Geološki	Rupnica	0,50	1948.
	Rijetki primjerak drveća-skupina	Hrastovi u Djedovici	0,00	2004.
		Stanište tisa na Papuku	0,08	2005.

Prema Uredbi o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže („Narodne novine“ 80/2019), područje Parka prirode Papuk obuhvaća tri područja ekološke mreže (ujedno i područja ekološke mreže Europske unije Natura 2000):

Područje očuvanja značajno za ptice (POP):

- HR1000040 Papuk

Područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove (POVS):

- HR2001329 Potoci oko Papuka
- HR2000580 Papuk.

Zbog izuzetne geološke baštine Park prirode Papuk je 2007. proglašen prvim hrvatskim geoparkom i 30. članom Europske i UNESCO Globalne mreže geoparkova.

2.1.2. Prirodno-geografska obilježja

2.1.2.1. Reljef i geološka osnova

Gorski hrbat Papuka obuhvaća sjeverozapadni dio Slavenskog gorja. Izdužen je pravcem ZSZ-IJI u duljini od oko 45 km. Najširi je na zapadu (oko 20 km), a najuži na krajnjem istoku (manje od 10 km). Najniža točka Parka prirode Papuk je na sjeveru (162 m), a najviša u središnjem dijelu, vrh Papuka (953 m).

Papuk je podijeljen u tri dijela: zapadni, središnji i istočni (Samardić, 2010). Zapadni dio čine tri paralelna grebena: Lisina (Crni vrh 863 m), Ljutoč (716 m) i Ravna gora (Čučevo 854 m). Od središnjeg dijela odvajaju ga doline Djedovice i Brzaje. Središnji dio čini jednostruki raščlanjeni greben s vrhovima Točak (887 m), Papuk (954 m) i Ivačka glava (913 m). To je ujedno najviši i najrašćlanjeniji dio Papuka (Slika 10). Od istočnog dijela odvajaju ga doline Jankovačkog potoka i Dubočanke. Istočni dio Papuka je najuži i najniži. Čini ga jednostruki raščlanjeni greben s najvišim vrhom Češljakovački vis (825 m). Prema istoku se nastavlja u gorski hrbat Krndije (Kapavac, 790 m) s kojim Papuk čini jedinstvenu orografsku cjelinu.



Slika 10. Pogled s vrha Ivačke glave prema vrhu Papuka (Foto: Siniša Ozimec)

Papuk izgrađuju stijene u starosnom rasponu od 350 mil. godina, nastale magmatskim, metamorfnim te sedimentnim procesima, a najraširenije su stare paleozojske i prekambrijske metamorfne stijene (Pamić i sur., 2003). Predstavnik eruptiva je granit. Mjestimice se pojavljuju konglomerati i filitni konglomerati na prijelazu iz trijasa u perm. Iz razdoblja paleozoika pridolaze kloritoidni i kloritski škriljci, metapješčenjaci, metakonglomerati, biotit-muskovitni gnajsevi, migmatiti, amfiboliti i amfibolitski škriljci, granitoidi i dr. Iz razdoblja prekambrija pridolaze graniti, granat-staurolitski gnajsevi, mramori, klorit-sericitski škriljci i dr. Silikatna skupina stijena (gnajsi, graniti, filiti, škriljci i pješčenjaci) sadrži puno kremena i lakše se troši. Iz razdoblja mezozoika (trijasa) prisutni su dolomiti, krinoidni vapnenci s rožnjacima, šejlovi, dolomitni vapnenci i dolomitno-vapnenačke breče. Donjotrijaske naslage tvore pješčenjaci i siltiti, a mjestimično su nađeni fosilni ostaci školjkaša. Iz razdoblja gornje krede potječu vulkanske stijene (albitni riolit) iz voćinske vulkanske mase, koju obilježava stupasto lučenje, a što je vidljivo na geolokalitetu Rupnica. Od sedimenata iz razdoblja tercijara (geološka epoha koja zajedno s kvartarom traje od prije 65 mil. godina do danas), pridolaze pliocenski pješčenjaci, pjeskoviti lapori, pijesci, vapnени lapori, sitnopjeskoviti i glinoviti lapori. Iz doba miocena prisutni su vapnoviti, glinoviti i pjeskoviti lapori, litotamnijski vapnenci, laporoviti vapnenci, karbonatni pješčenjaci, tufiti, brečo-konglomerati i dr.

2.1.2.2. Vode

Masiv papučko-krndijskoga gorja hidrološki je vrlo bogat površinskom i podzemnom vodom. Na sjevernim obroncima Papuka formirani su brojni potoci koji su pritoke rijeke Slatinske Čadavice i gravitiraju Dravskom slivu: Djedovica, Voćinska rijeka, Gudnoga, Vojlovica, Šumećica, Papučica, Kovačica, Radetina, Pištanska rijeka, Radlovačka rijeka i brojni manji potoci. Na južnim obroncima formirani su potoci koji su pritoke rijeke Orljave i gravitiraju Savskom slivu: Brzaja, Stražemanka, Radovanka, Veličanka, Dubočanka, Vetovka, Vrbova, Kutjevačka rijeka i brojni manji potoci.

2.1.2.3. Klima

Za prikaz klimatskih prilika u Parku prirode Papuk korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda za meteorološku postaju Voćin u razdoblju od 1998. do 2017. godine (Tablica 2).

Tablica 2. Srednje mjesečne i godišnje vrijednosti odabranih klimatskih elemenata i faktora za meteorološku postaju Voćin (1998.-2017.)

Klimatski element ili faktor	Srednje mjesečne vrijednosti												Sred. god.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Temperatura zraka (°C)	0,4	1,9	6,1	11,0	15,3	19,0	20,8	19,8	14,9	10,4	5,8	1,2	10,7
Količina oborine (mm)	76	73	75	74	102	108	85	87	126	95	89	78	1078
Relativna vlaga (%)	82	79	73	72	74	73	73	75	81	82	83	83	77
Broj dana sa snijegom	5	6	3	-	-	-	-	-	-	-	2	4	22
Broj dana s mrazom	8	7	8	1	-	-	-	-	-	2	5	9	45

U razdoblju motrenja srednja godišnja temperatura zraka iznosi 10,7 °C; najhladniji je mjesec siječanj, a najtopliji srpanj. Apsolutni maksimum (38,8 °C) izmjeren je 24. kolovoza 2012., dok je apsolutni minimum (-26,0 °C) izmjeren 9. veljače 2012.. Srednje temperature zraka po godišnjim dobima su: proljeće 11 °C; ljeto 20 °C; jesen 10 °C; zima 1 °C. Godišnje količine oborine iznose 1078 mm. Maksimum oborine pojavljuje se krajem proljeća i početkom ljeta (svibanj, lipanj), ali i u rujnu. U vegetacijskom razdoblju (travanj-rujan) padne 581 mm ili 54 % ukupne količine oborine. Srednja godišnja relativna vlažnost zraka iznosi 77 %; najviša je zimi (82-83 %), a najniža u travnju (72 %). Tijekom zimskih mjeseci pada snijeg, prosječno 22 dana u godini. Srednji godišnji broj dana s mrazom iznosi 45 dana.

Obilježja klime nekog područja može se iskazati izračunom godišnjeg i mjesečnih kišnih faktora, te toplinskih oznaka klime. Analizom podataka s meteorološke postaje Voćin utvrđeno je da je klima u godišnjem prosjeku humidna i umjereno topla.

2.1.2.4. Biljni svijet

Prema biljnogeografskom položaju, područje Parka prirode Papuk pripada Holarktičkom flornom carstvu (Holarktis) i njegovoj Eurosibirsko-sjevernoameričkoj regiji, koja obuhvaća kopnene nizinske i gorske krajeve Hrvatske (Topić i Šegulja, 2005).

Tomašević (Tomašević, 2016) je za vaskularnu floru šireg područja Požeške kotline i Slavenskog gorja zabilježio ukupno 1 654 vrste, raspoređene u 605 rodova i 134 porodice.

Raznolikost vaskularne flore Parka prirode Papuk obuhvaća 1 223 vrste i podvrste iz 497 rodova i 121 porodice (Samardžić, 2005; Pandža, 2010). Prema botaničkoj klasifikaciji, zastupljene su skupine (u zagradi je naveden broj vrsta i podvrsta te udio u ukupnoj flori): papratnjače (31; 2,54 %), golosjemenjače (21; 1,72 %), kritosjemenjače (931; 76,12 %).

Lihenološkim istraživanjima (Labak i sur., 2011) utvrđeno je 129 vrsta za floru lišajeva Parka prirode Papuk. Prevladavaju epilitski lišajevi na stijenama (88 vrsta), što odražava geološke specifičnosti i raznolikost tipova stijena. Epifitski lišajevi rastu na drveću, grmlju i mahovinama, a najčešće su zabilježeni na stablima bukve, hrasta kitnjaka i smreke. Potvrđena je prisutnost rijetke i ugrožene lišajske vrste *Lobaria pulmonaria*, na lokalitetima: Svinjarevac, Gudnoga, okolica Kamengrada i Pliš. Novijim istraživanjima (Deme, 2017; Zovkić, 2018), raznolikost je uvećana za 11 novih zabilježenih vrsta, te sada broji 140 vrsta.

Od ukupne površine Parka prirode Papuk (34 307 ha), šumska staništa pokrivaju 32 699 ha, što čini udio od 95 %. Utvrđena je zastupljenost 11 šumskih stanišnih tipova (Peričić, 2018).

Površinom su najveće šume bukve (preko 50 %), slijede šume hrasta kitnjaka i običnog graba (oko 14 %), panonska bukovo-jelova šuma (oko 13 %) i šume hrasta kitnjaka (oko 15 %). Malom površinom, ali izraženom biološkom vrijednosti ističu se šume hrastova sladuna i cera, te šuma hrasta medunca i crnog jasena (Tablica 3).

Tablica 3. Šumski stanišni tipovi u Parku prirode Papuk (Preuzeto i iz Peričić, 2018)

NKS kod	Naziv stanišnog tipa	Površina (ha)	Udio (%)
E. ŠUME			
E.2. Poplavne šume hrasta lužnjaka, crne johe i poljskog jasena			
E.2.1. Poplavne šume crne johe i poljskog jasena			
E.2.1.3.	Šuma crne johe s blijedožučkastim šašem	92	0,28
E.3. Šume listopadnih hrastova izvan dohvata poplava			
E.3.1. Mješovite hrastovo-grabove i čiste grabove šume			
E.3.1.1.	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (tipična subasocijacija)	6,7	0,02
E.3.1.5.	Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba	4.530	13,85
E.3.2. Srednjoeuropske acidofilne šume hrasta kitnjaka, te obične breze			
E.3.2.2.	Šuma hrata kitnjaka sa sitnocvjetnom petoprstom	591	1,81
E.3.2.3.	Šuma hrasta kitnjaka s brdskom vlasuljom	4.138	12,65
E.3.3. Mezijske šume hrasta sladuna			
E.3.3.1.	Šum sladuna i cera	167	0,51
E.3.4. Srednjoeuropske termofilne hrastove šume			
E.3.4.7.	Šuma hrasta medunca i crnog jasena	307	0,94
E.4. Brdske bukove šume			
E.4.1. Srednjoeuropske neutrofilne do slaboacidofilne, mezofilne bukove šume			
E.4.1.1.	Šuma bukve s lazarkinjom	17.809	54,46
E.4.2. Srednjoeuropske, acidofilne bukove šume			
E.4.2.1.	Šuma bukve s bjelkastom bekicom	745	2,29
E.4.4.2.	Šuma gorskog javora i mjesečarke	85	0,26
E.5. Bukovo-jelove šume			
E.5.1.1.	Panonska bukovo-jelova šuma	4.228	12,93
Ukupno		32.698,70	100,00

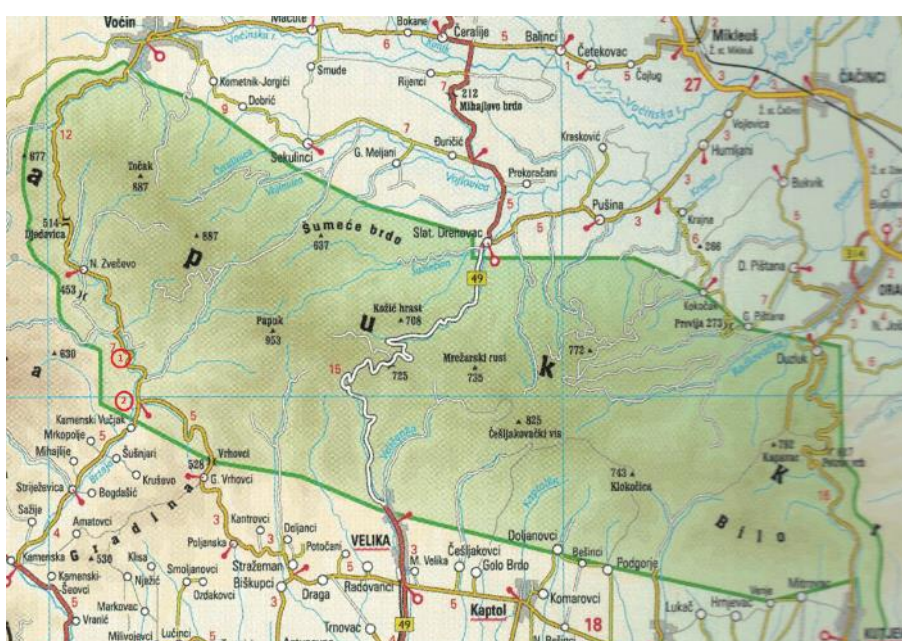
2.2. Sakupljanje, obrada i determinacija lišajeva

Terensko istraživanje provedeno je na dva odabrana lokaliteta: Čarugin kamen i Svinjarevac (Tablica 4), smještenima u jugozapadnom dijelu Parka prirode Papuk (Slika 11).

Talusi su s podloge odvojeni rukom ili nožem. Sakupljeni materijal je spremljen u označene papirnate vrećice, a podaci o nalazištu, staništu i podlozi upisani su u terenski dnevnik. Dio primjeraka lišajeva je fotografiran.

Tablica 4. Podaci o lokalitetima terenskih istraživanja

Naziv lokaliteta	Datum istraživanja	Opis	Geografske koordinate (HTRS96/TM)
Čarugin kamen	28. 6. 2019.	Dolina Brzaje, uz cestu između Kamenskog Vučjaka i Zvečeva, visoka stijena građena od migmatita; 320 m n/v	580862.550 5041859.750
Svinjarevac	21. 8. 2019.	Obronci Siječanjske kose iznad doline potoka Svinjarevac, u šumi bukve s mahom tresetarom (cret), 430 m n/v	580319.850 5040560.450



Slika 11. Zemljovid Parka prirode Papuk s označenim lokalitetima terenskih istraživanja.

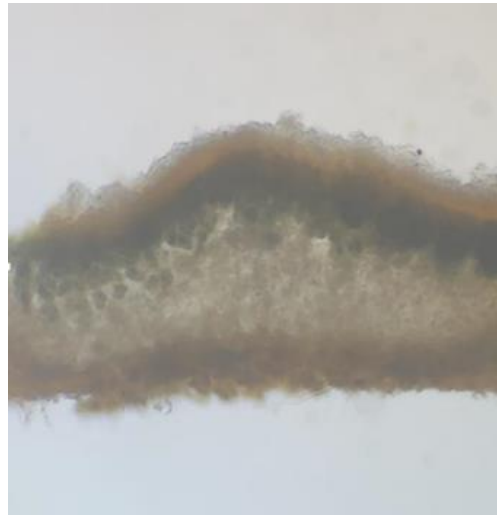
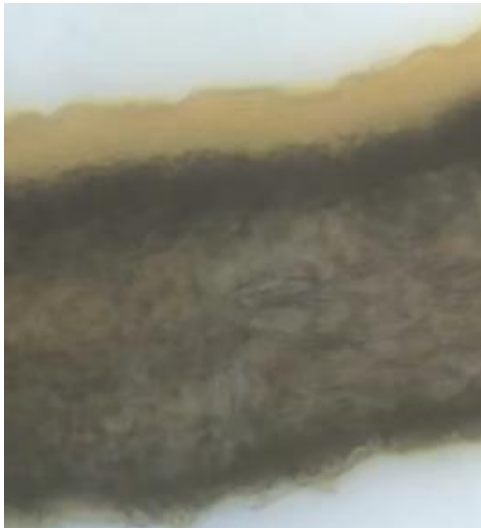
1=Čarugin kamen, 2=Svinjarevac

Na lokalitetu Svinjarevac je stablima na kojima su zabilježeni lišajevi svojstveni za svezu, prvenstveno *Lobaria pulmonaria*, izmjeren mjernom vrpcom prsni promjer (DBH) na visini od 130 cm iznad tla.

Determinacija lišajeva je urađena na terenu promatranjem džepnom lupom povećanja 10x. Uzorci skupljeni na terenu doneseni su u laboratorij, gdje su promatrani binokularnom lupom LEICA MZ6 povećanja 6,3-40x. Za determinaciju je korištena specijalizirana literatura: Dobson (2018) i Wirth i sur. (2013). Uzorci su nakvašeni destiliranom vodom kako bi se talus rehidrirao (Slika 12). Nakon toga je napravljen tanki prerez talusa, koji je potom promatran pod mikroskopom (Slika 13).



Slika 12. Rehidracija talusa vrste *Lobaria pulmonaria* – lijevo i vrste *Lobarina scrobiculata* – desno
(Foto: Petra Perić)

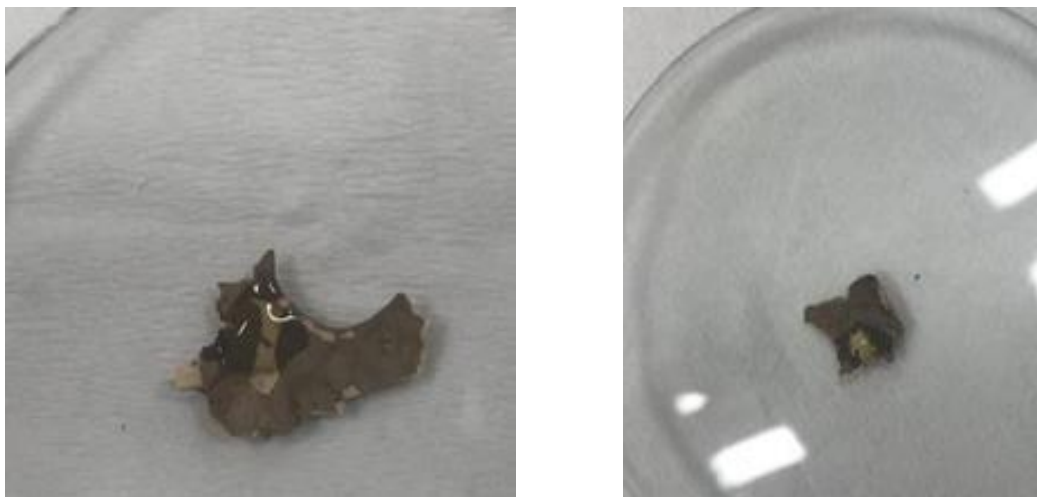


Slika 13. Prerez talusa vrste *Lobaria pulmonaria* – lijevo i vrste *Lobarina scrobiculata* – desno
(Foto: Petra Perić)

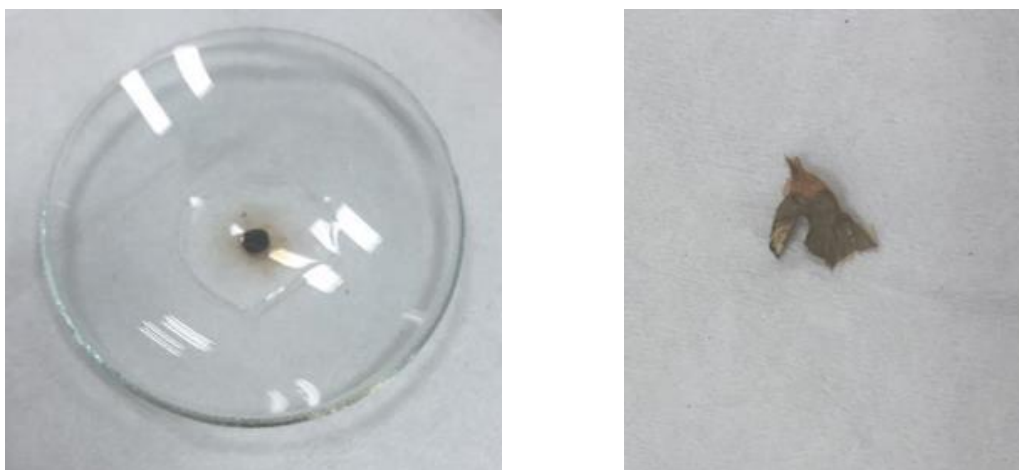
Kemijske reakcije koje uzrokuju promjenu boje zbog prisutnosti sekundarnih metabolita u talusu imaju važnu ulogu u determinaciji lišajeva. Za ove testove obojenja (tzv. spot testovi) koristimo zasićenu otopinu kalcijevog hipoklorita $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, 10 %-tnu otopinu kalijeva hidroksida, KOH , ili parafenilendiamin. Te otopine nakapamo direktno na talus ili na srž lišaja. Ukoliko dođe do promjene boje u reakciji s otopinom kalcijevog hipoklorita, označava se C^+ , a s kalijevim hidroksidom K^+ . Otopine kalcijevog hipoklorita i kalijevog hidroksida mogu se koristiti jedna za drugom pri čemu se reakcije označavaju s KC ili CK (Dobson, 2018).

Prije korištenja testa obojenja na talusima vrsta *Lobaria pulmonaria* i *Lobarina scrobiculata* sastrugan je površinski sloj talusa kako bi se došlo do srži. Kapalicom je stavljeno nekoliko kapi KOH na srž talusa i uočena je promjena boje u žuto (Slika 14).

Otapanjem kristalića fenilendiamina u par kapi apsolutnog alkohola dobivena je otopina, čija je kap stavljena na srž talusa vrste *Lobaria pulmonaria*. Kemijska reakcija je dovela do pojave narančastog obojenja srži (Slika 15) što se označuje Pd+.



Slika 14. Žuto obojenje srži talusa vrste *Lobaria pulmonaria* - lijevo i vrste *Lobarina scrobiculata* - desno, nakon reakcije s kalijevim hidroksidom (Foto: Petra Perić)



Slika 15. Otapanje parafenilendiamina u alkoholu - lijevo i narančasto obojenje srži talusa vrste *Lobaria pulmonaria* nakon pozitivne reakcije s parafenilendiaminom - desno (Foto: Petra Perić)

2.3. Indikatorske vrijednosti

Indikatorske vrijednosti su određene prema Wirth (2010), prema definiranim vrijednostima za ekološke čimbenike: svjetlost (L), temperaturu (T), kontinentalnost (K), vlažnost (F), reakciju podloge (R), hranidbenu vrijednost podloge (N) i supstrat (SUB). Vrijednost X označava indiferentno ili promjenjivo ponašanje.

Oznaka za svjetlost (L):

- 1) u dubokoj sjeni, još uvijek manje od 1% relativnog osvjetljenja, rijetko više od 10 %
- 2) između 1 i 3
- 3) u sjeni (manje od 5 % relativnog osvjetljenja) i na svjetlijim mjestima
- 4) između 3 i 5
- 5) u sjeni, rijetko na punom svjetlu
- 6) između 5 i 7
- 7) na polusvjetlu, ali i u sjeni i na punom svjetlu
- 8) raste na punom svjetlu, rijetko gdje je manje od 40 % relativnog osvjetljenja
- 9) isključivo na punom svjetlu, rijetko gdje je manje od 50 % relativnog osvjetljenja

Oznaka za temperaturu (T):

- 1) indikator hladnoće, uglavnom u visokim planinskim područjima, alpsko-nivalnog/ arktičko-borealne rasprostranjenosti
- 2) između 1 i 3, alpske vrste, često i u subalpskom pojasu
- 3) indikator umjerene hladnoće, subalpski i visokomontani pojas
- 4) između 3 i 5, na hladnim mjestima, uglavnom montanog pojasa
- 5) uglavnom na umjereno hladnim do umjereno toplim područjima, u montanom i submontanom pojasu
- 6) uglavnom u submontanom, blago montanom pojasu
- 7) indikator topline, uglavnom u kolinskom pojasu

8) indikator topline, uglavnom u submediteranskom/mediteranskom području, ali čest i u montanom pojasu

9) indikator ekstremne topline, mediteransko/submediteranske rasprostranjenosti

Oznaka kontinentalnosti (K):

1) euatlantski, sa samo nekoliko lokaliteta na zapadu, jugozapadu i sjeverozapadu Europe

2) atlantski, zapadna Europa, uključujući i zapad srednje Europe

3) između 2 i 4, na području srednje Europe

4) subatlantski, u srednjoj Europi

5) prijelazni, od zapadne Europe do Sibira ili sa središtem u srednjoj Europi, rijetko na istoku i zapadu

6) široko rasprostranjeni, od zapadne do istočne Europe, pa sve do kontinentalnog područja (Azija)

7) subkontinentalni, rijetke ili odsutne u zapadnoj Europi

8) kontinentalni, sa središtem u istočnoj Europi, dok je u srednjoj samo na nekoliko lokacija

9) kontinentalni, odsutan u srednjoj Europi

Oznaka vlažnosti (F):

1) na sušnim područjima

2) područja sa niskim količinama oborina (≤ 750 mm)

3) područja s niskom količinom oborina, ali podnose i vlažnija mjesta

4) područja s niskom količinom oborina, ali uz visoku vlažnost zraka

5) izbjegava područja s niskom količinom oborina (≥ 700 mm)

6) područja na kojima je količina oborina ≥ 800 mm

7) područja s velikom količinom oborina (≥ 1.000 mm)

8) područja s iznimno velikom količinom oborinama (≥ 1.400 mm), ali i mjesta s malom količinom vlage zraka

9) područja s iznimno velikom količinom oborinama (≥ 1.400 mm), na vrlo humidnim mjestima

Oznaka reakcije podloge (R):

- 1) izrazito kisela, pH kore ispod 3,4
- 2) vrlo kisela, pH kore između 3,4 i 4,0
- 3) prilično kisela, pH kore između 4,1 i 4,8
- 4) prilično kisela, pH kore između 4,5 i 5,2
- 5) umjereno kisela, pH kore između 4,9 i 5,6
- 6) blago kisela, pH kore između 5,3 i 6,1
- 7) subneutralna, pH kore između 5,7 i 6,5
- 8) neutralna, pH kore između 6,6 i 7,5
- 9) bazična, pH kore veći od 7.0

Oznaka hranidbene vrijednosti podloge (N):

- 1) ne podnosi eutrofikaciju staništa
- 2) između 1 i 3
- 3) vrlo slaba eutrofikacija
- 4) između 3 i 5
- 5) umjerena eutrofikacija
- 6) između 5 i 7
- 7) visoka stopa eutrofikacije
- 8) jaka eutrofikacija
- 9) podnosi vrlo snažne eutrofikacije

Oznake supstrata (SUB):

E) Tlo, sirovi humus

G) Stijena

H) Drvo

M) Mahovina

R) Kora

3. REZULTATI

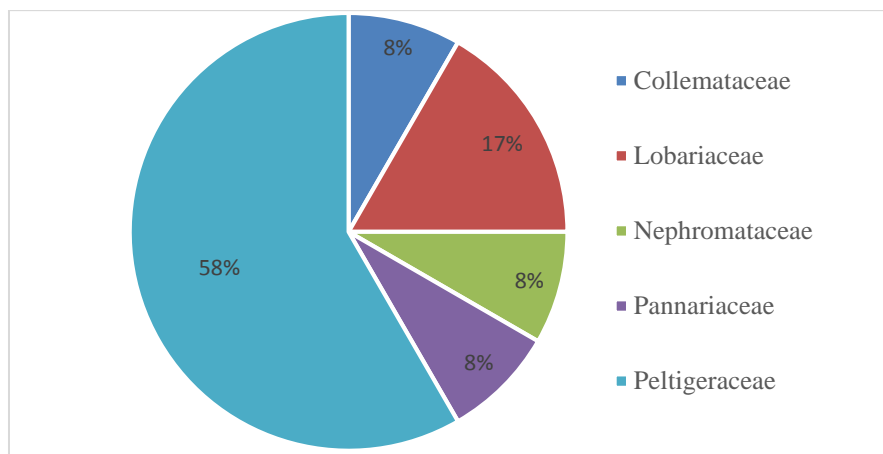
3.1. Popis zastupljenih vrsta

Analizom podataka o raznolikosti lišajске flore Parka prirode Papuk iz dostupnih literaturnih izvora (Labak i sur., 2011; Deme i sur., 2017; Zovkić, 2018), te provedenim terenskim istraživanjem u lipnju i kolovozu 2019., utvrđeno je da je za epifitsku svezu *Lobarion pulmonariae* na području Parka prirode Papuk prethodno zabilježeno ili pronađeno 12 lišajskih vrsta, koje su svrstane u 5 porodica i jedan red liheniziranih gljiva (Tablica 5).

Tablica 5. Taksonomski popis lišajskih vrsta iz sveze *Lobarion pulmonariae* u Parku prirode Papuk

RED	PORODICA	VRSTA
Peltigerales	Collemataceae	<i>Scytinium lichenoides</i> Otálora, P.M. Jørg. & Wedin (= <i>Leptogium lichenoides</i>)
	Lobariaceae	<i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.
		<i>Lobarina scrobiculata</i> (Scop.) Nyl. ex Cromb.
	Nephromataceae	<i>Nephroma parile</i> (Ach.) Ach.
	Pannariaceae	<i>Parmeliella triptophylla</i> (Ach.) Müll. Arg.
	Peltigeraceae	<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.
		<i>Peltigera collina</i> (Ach.) Schrad.
		<i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg.
		<i>Peltigera neopolydactylon</i> (Gyeln.) Gyeln.
		<i>Peltigera polydactylon</i> (Neck.) Hoffm.
<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Zopf		
<i>Peltigera venosa</i> (L.) Hoffm.		

Sve utvrđene lišajске vrste iz sveze *Lobarion pulmonariae* pripadaju redu Peltigerales. Najbrojnija je porodica Peltigeraceae sa 7 vrsta, zatim Lobariaceae s 2 vrste te tri porodice: Collemataceae, Nephromataceae i Pannariaceae, svaka s po jednom vrstom (Slika 16). Najveći broj vrsta sadrži rod *Peltigera* (7 vrsta).



Slika 16. Raspodjela udjela pojedinih porodica koje sadrže vrste iz sveze *Lobarion pulmonariae*.

3.2. Opis najznačajnijih vrsta

Od ukupno utvrđenih 12 vrsta lišajeva, pripadnika epifitske lišajske sveze *Lobarion pulmonariae*, a čiji nalazi su poznati iz rezultata prethodnih istraživanja u prošlosti ili su nedavno pronađeni na području Parka prirode Papuk, obrađene su dvije najznačajnije vrste: *Lobaria pulmonaria* i *Lobarina scrobiculata* iz porodice Lobariaceae.

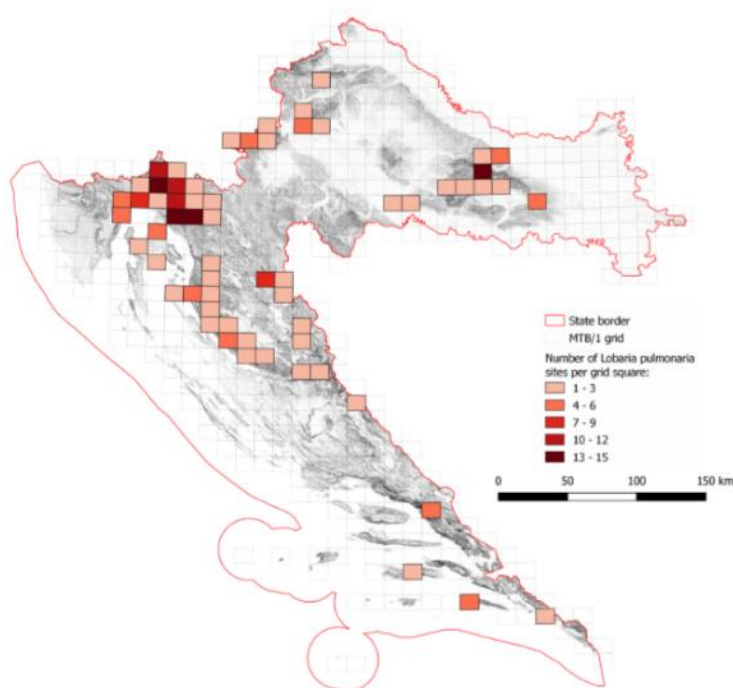
3.2.1. *Lobaria pulmonaria*

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm., ima široki talus koji je jednim dijelom pričvršćen za podlogu i može narasti do 30 cm. Gornja površina talusa je zeleno-smeđe boje u suhom stanju, dok u vlažnom stanju poprima zelenu boju. Režnjevi talusa su listoliki, dihotomski podijeljeni i čvrsto su vezani za koru stabla na kojem rastu. Fotobiont pripada zelenim algama (fikobiont) iz roda *Dictyochloropsis* (Schumm, 2003). Na gornjoj površini se nalaze soredijski koji služe vegetativnom razmnožavanju. U povoljnim okolišnim uvjetima na rubovima starijih režnjeva talusa stvara apotecije u obliku smeđe-crvenih diskova u kojima su askospore (Slika 17). Pojavljuje se u gorskim i pretplaninskim područjima, u pojasu šuma bukve i jele, najčešće na bukvi (*Fagus sylvatica*) i gorskom javoru (*Acer pseudoplatanus*) ili na stijenama prekrivenima mahovinom. Za svoj razvoj i opstanak zahtjeva velike količine oborina i humidnu klimu (Smith i sur., 2009). Indikator je stabilnih i očuvanih šumskih ekosustava (Juriado i Liira, 2009). Nekada je bila široko rasprostranjena, a danas ju najviše ugrožavaju uništenje ili degradacija šumskih staništa, kao i razna onečišćenja, pa je nestala ili ugrožena u mnogim državama srednje i istočne Europe.



Slika 17. Režanj talusa vrste *Lobaria pulmonaria* s apotecijima – lijevo (Foto: Siniša Ozimec) i izgled askospora – desno (Preuzeto iz: Schumm, 2003).

U Hrvatskoj je najviše rasprostranjena u gorskom i sredozemnom dijelu (Slika 18). Njezin areal obuhvaća Gorski kotar, Učku, Kvarnersko primorje, Malu Kapelu i područje Velebita do kanjona Zrmanje, te obalno područje i otoke južne Dalmacije. Vrlo je rijetka na području srednje i sjeverne Dalmacije, a disjunktni dio areala je u nizinskoj Hrvatskoj (Ozimec i Prlić, 2019). Najistočniji poznati nalaz u Hrvatskoj otkrio je Marko Doboš u lipnju 2019., između naselja Jurkovac i Nova Ljeskovica, u pobrđu južne Krndije.



Slika 18. Rasprostranjenost vrste *Lobaria pulmonaria* u Hrvatskoj prema broju nalaza u MTB mreži (Izradio: Dragan Prlić)

Lobaria pulmonaria ima status strogo zaštićene vrste u Republici Hrvatskoj i uvrštena je u popis Priloga I. Pravilnika o strogo zaštićenim vrstama („Narodne novine“, 144/2013, 73/2016).

Na području Parka prirode Papuk poznati su prethodni, povijesni nalazi iz 1866. (Voćin i Klokočevac) i 1930. godine (dolina Velince). Tijekom 2005. i 2006. godine pronađena je na još tri nova lokaliteta (Labak, 2007; Labak i sur., 2011): Kamengrad, Gudnoga i Pliš. U novije vrijeme pronađena je 2013. godine na lokalitetu u području Siječanjske kose poviše potoka Svinjarevac (Slika 19).



Slika 19. Stanište vrste *Lobaria pulmonaria* na lokalitetu Svinjarevac - lijevo; talusi pri bazi debla bukve (*Fagus sylvatica*) - desno (Foto: Siniša Ozimec)

Prema literaturnim podacima i rezultatima terenskog istraživanja na lokalitetu Svinjarevac (Tablica 6), utvrđena je vezanost vrste *Lobaria pulmonaria* (svojstvene za svezu *Lobarion pulmonariae*) za tri vrste šumskog drveća: najučestalije bukva (*Fagus sylvatica*), zatim hrast kitnjak (*Quercus petraea*) i hrast medunac (*Quercus pubescens*).

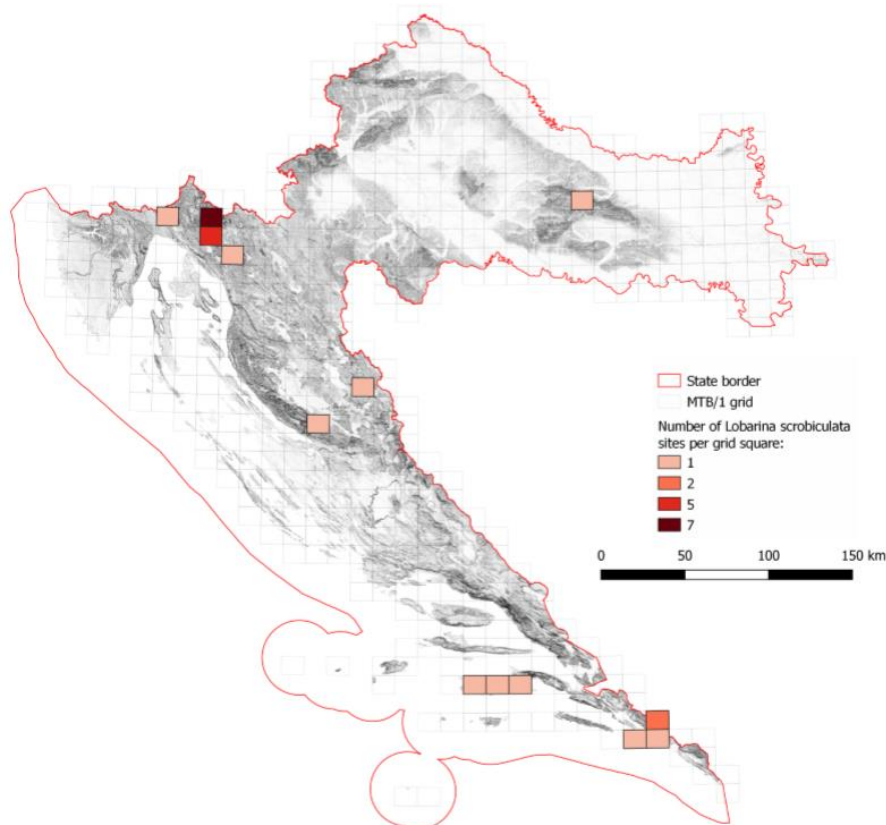
Tablica 6. Podaci o stablima nositeljima lišajeva iz svezu *Lobarion pulmonariae*

Stablo nositelj (vrsta)	Lokalitet	Prsni promjer DBH (cm)	Izvor podataka
<i>Quercus petraea</i>	Kamengrad	43	Labak (2007)
<i>Quercus pubescens</i>	Pliš	56	Labak (2007)
<i>Fagus sylvatica</i>	Gudnoga	56	Labak (2007)
<i>Fagus sylvatica</i>	Svinjarevac	135 (102-167)	

3.2.2. *Lobarina scrobiculata*

Lobarina scrobiculata (Scop.) Nyl., je prepoznatljiva po talusu širine do 10 cm. Gornja površina talusa je plavo-zelena ili sivo-plava u vlažnom stanju, a dok je suh ima žuto-zeleno obojenje. Fotobiont pripada cijanobakterijama (cijanobiont) iz roda *Nostoc* (Schumm, 2003). Sorediji su plavo-sive boje. Apoteciji su vrlo rijetki, a spore su bezbojne i s vremenom postaju smeđe. Stanište ova vrste je slično staništima vrste *Lobaria pulmonaria*. Raste na kori starih stabala, a rjeđe na stijenama obraslim mahovinom. Zahtjeva vrlo vlažna i sjenovita staništa, ali se, za razliku od ostalih vrsta iz ovog roda, uspjela rasprostraniti i na sušnim, otvorenijim područjima (Dobson, 2018). Na području Europe ima suboceansku rasprostranjenost. Jedna je od najosjetljivijih vrsta lišajeva na pojavu SO₂ u zraku. Prvi je ovu vrstu, pod nazivom *Lichen scrobiculatus*, opisao Giovanni Antonio Scopoli u djelu *Flora Carniolica* iz 1773., prema materijalu iz okolice Idrije u Sloveniji (Mrak, 2017).

U Hrvatskoj (Slika 20) je rasprostranjena u dinarskom području: Gorski kotar, okolica Rijeke, srednji i južni Velebit, otok Korčula i okolica Dubrovnika (Ozimec, 2003).



Slika 20. Rasprostranjenost vrste *Lobarina scrobiculata* u Hrvatskoj. (Izradio Dragan Prlić)

Lobarina scrobiculata ima status strogo zaštićene vrste u Republici Hrvatskoj i uvrštena je u popis Priloga I. Pravilnika o strogo zaštićenim vrstama („Narodne novine“, 144/2013, 73/2016).

Na području Parka prirode Papuk nije bilo prethodnih podataka o prisutnosti ove lišajske vrste. Po prvi put je vrstu *Lobaria scrobiculata* otkrio i zabilježio Marko Doboš, 2018. godine, na lokalitetu Čarugin kamen (Slika 21) u dolini Brzaje, neposredno uz cestu između Kamenskog Vučjaka i Zvečeva.



Slika 21. Stanište vrste *Lobaria scrobiculata* na lokalitetu Čarugin kamen - lijevo; talus na mahovinama u pukotini stijene - desno. (Foto: Siniša Ozimec)

3.3. Ekološke značajke prema indikatorskim vrijednostima

Prema indikatorskim vrijednostima (Wirth, 2010) utvrđene su glavne ekološke značajke lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae* na području Parka prirode Papuk.

Ekološke značajke su utvrđene na temelju ljestvice brojčanih vrijednosti za ekološke faktore svjetlosti, temperature, kontinentalnosti, vlažnosti, reakcije podloge, hranidbene vrijednosti podloge i supstrata.

Indikatorske vrijednosti za svaku vrstu su prikazane u Tablici 7., dok je raspodjela oznaka indikatorskih vrijednosti za ekološke faktore prikazana u Tablici 8.

Tablica 7. Indikatorske vrijednosti lišajске flore prema Wirthu (2010)

Vrsta	L	T	K	F	R	N	SUB
<i>Leptogium lichenoides</i>	4	X	6	4	7	3	ME
<i>Lobaria pulmonaria</i>	5	4	4	7	5	2	R
<i>Lobarina scrobiculata</i>	7	4	3	7	5	1	RG
<i>Nephroma parile</i>	5	4	4	7	6	3	RG
<i>Parmeliella triptophylla</i>	6	4	2	9	6	1	R
<i>Peltigera canina</i>	6	4	5	5	6	4	E
<i>Peltigera collina</i>	6	4	4	9	5	3	R
<i>Peltigera horizontalis</i>	5	4	4	6	5	3	E
<i>Peltigera neopolydactylon</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peltigera polydactylon</i>	7	4	6	5	5	4	E
<i>Peltigera praetextata</i>	5	5	5	5	5	4	ER
<i>Peltigera venosa</i>	5	2	5	6	5	2	E

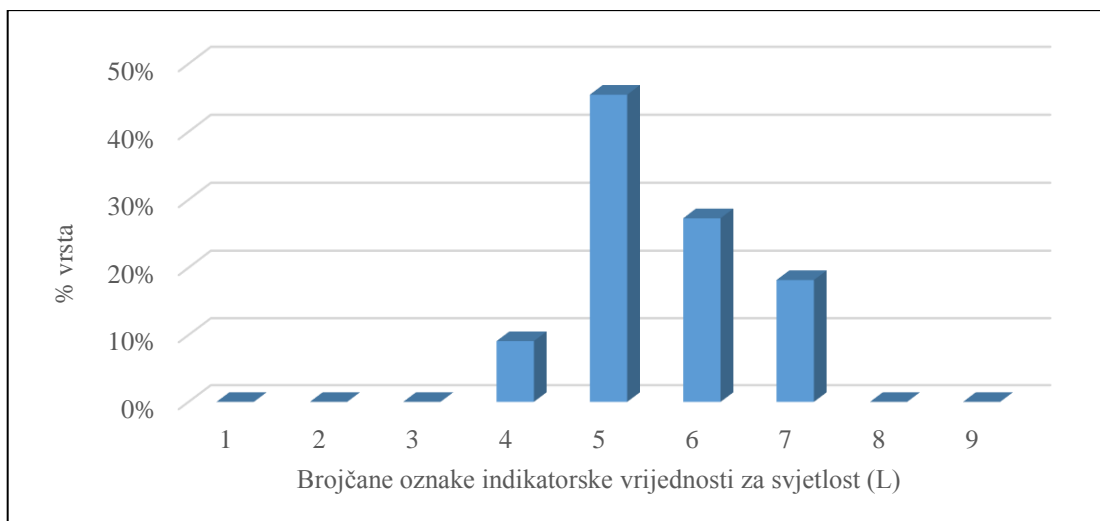
L- svjetlost, T- temperatura, K- kontinentalnost, F- vlažnost, R- reakcija podloge, N- hranidbena vrijednost podloge, SUB- supstrat.

Tablica 8. Raspodjela udjela oznaka indikatorskih vrijednosti za ekološke faktore (%)

	L	T	K	F	R	N
1	-	-	-	-	-	18,18
2	-	10	9,09	-	-	18,18
3	-	-	9,09	-	-	36,36
4	9,09	80	36,36	9,09	-	27,27
5	45,45	10	27,27	27,27	63,63	-
6	27,27	-	18,18	18,18	27,27	-
7	18,18	-	-	27,27	9,09	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	18,18	-	-

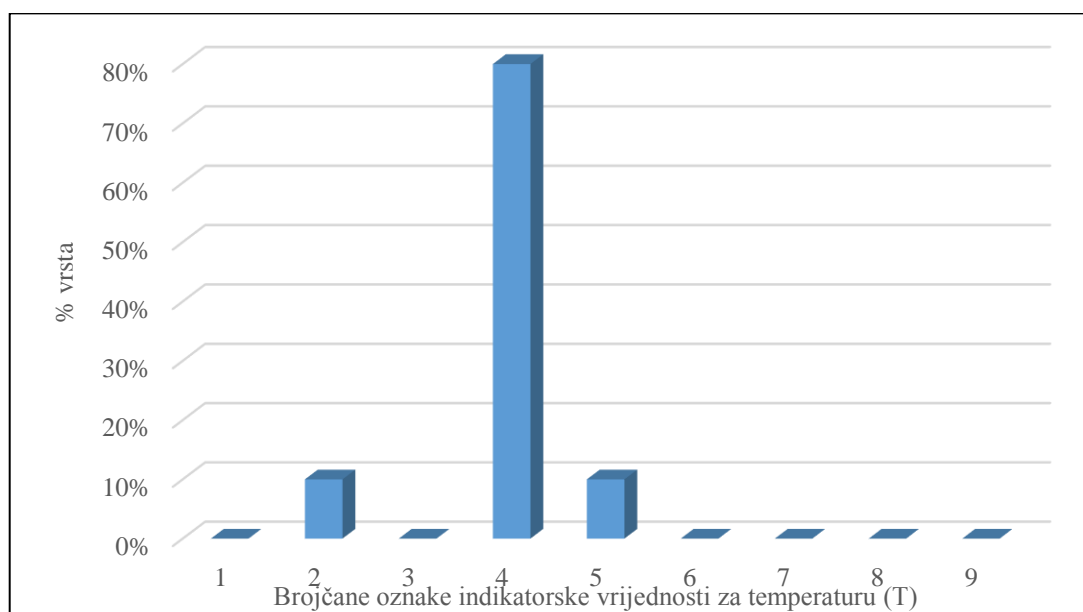
L- svjetlost, T- temperatura, K- kontinentalnost, F- vlažnost, R- reakcija podloge, N- hranidbena vrijednost podloge i SUB- supstrat.

Analizom oznaka indikatorskih vrijednosti za svjetlost (Slika 22) utvrđeno je da zabilježene lišajске vrste iz sveze *Lobarion pulmonariae* na području Parka prirode Papuk ne rastu na područjima koja se nalaze u dubokoj sjeni, kao niti na područjima koja su pod punim svjetlom (više od 40 % relativnog osvjetljenja). Najveći broj vrsta (45,5 %) raste u sjeni koja je rijetko pod punim svjetlom, dok su ostale vrste raspoređene na područja koja su u polusvjetlu ili na punom svjetlu, sa manje od 40 % relativnog osvjetljenja.



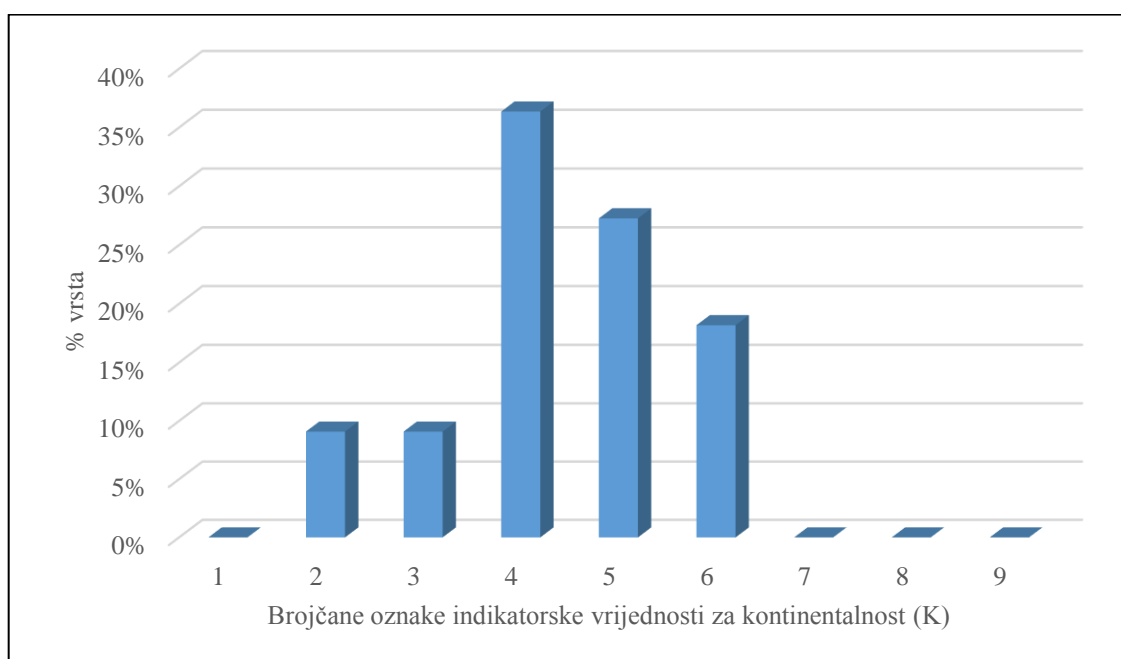
Slika 22. Raspodjela udjela oznaka indikatorskih vrijednosti za svjetlost.

Analizom oznaka indikatorskih vrijednosti za temperaturu (Slika 23) utvrđeno je da su odsutne vrste koje su indikatori hladnoće u arktičko-boralnom području, kao i vrste koje su indikatori umjerene hladnoće u subalpskom i visokomontanom pojasu. Također su odsutne i vrste koje su indikatori topline u submontanom, montanom, kolinskom, submediteranskom i mediteranskom pojasu. Najveći broj vrsta, čak 80 %, raste na hladnim mjestima, uglavnom montanog pojasa. Ostatak vrsta je raspoređen na indikatore hladnoće (10 %), gdje pripadaju alpske vrste i vrste koje rastu na umjereno hladnim do umjereno toplim područjima (10 %).



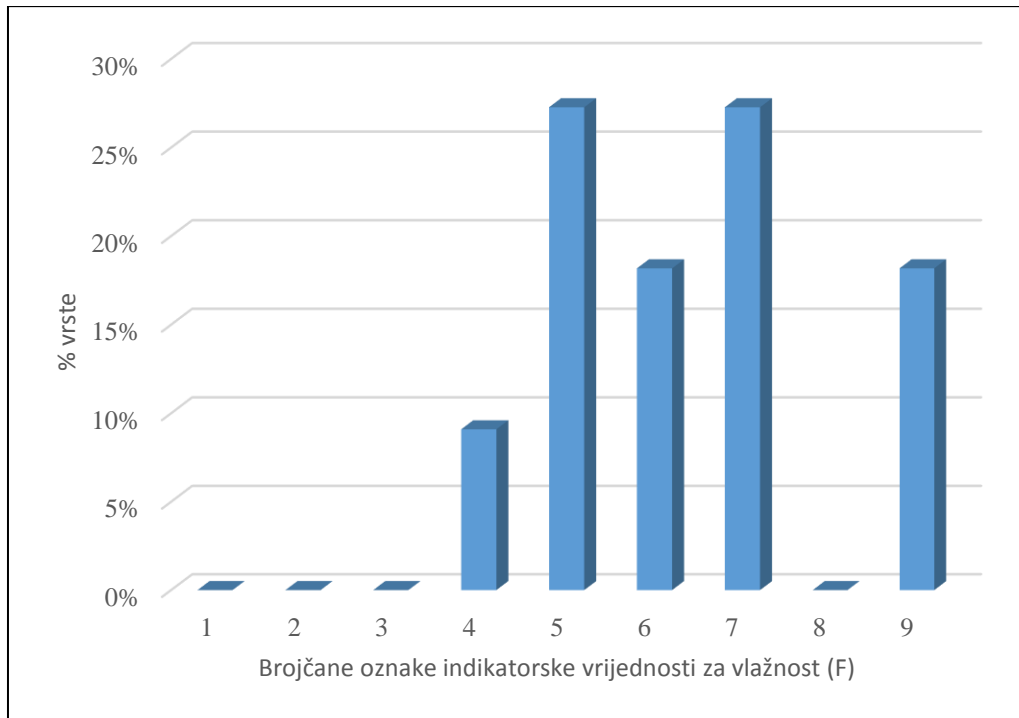
Slika 23. Raspodjela udjela oznaka indikatorskih vrijednosti za temperaturu.

Analizom oznaka indikatorskih vrijednosti za kontinentalnost (Slika 24) utvrđeno je da nema vrsta koje zauzimaju isključivo euatlantsko, subkontinentalno i kontinentalno područje. Najviše je vrsta koje su rasprostranjene u subatlanskom području (36,3 %). Isto tako je zabilježen i veliki broj prijelaznih vrsta (27,2 %), koje zauzimaju područje od zapadne Europe do Sibira. Ostale su vrste raspoređene na one rasprostranjene isključivo na području srednje Europe (9 %), vrste atlantske rasprostranjenosti (9%) i široko rasprostranjene vrste (18,2 %), koje zauzimaju područje od zapadne do istočne Europe, pa sve do Azije.



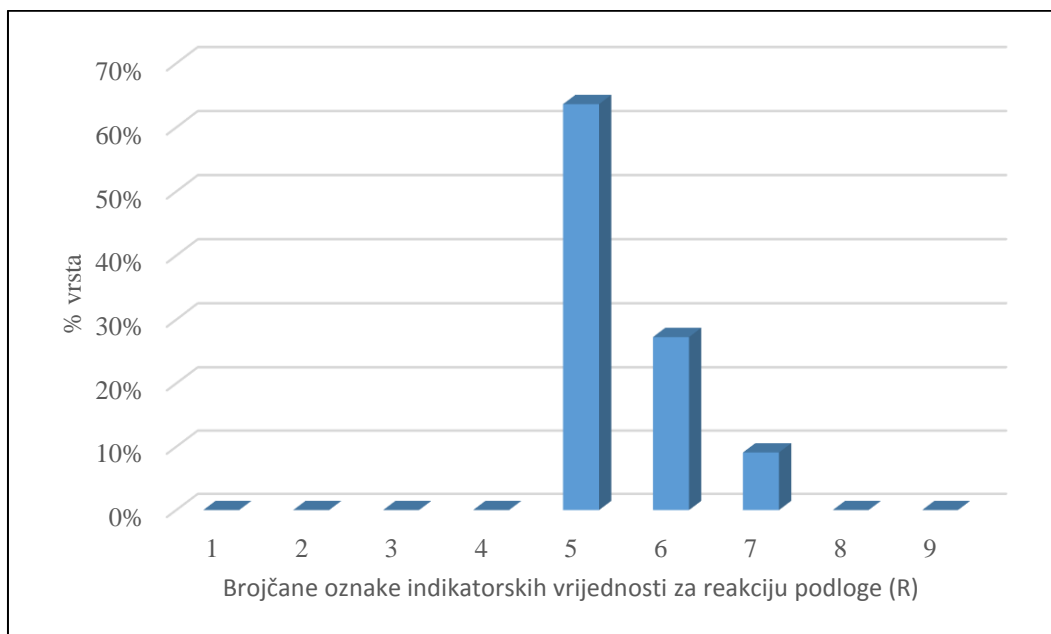
Slika 24. Raspodjela udjela oznaka indikatorskih vrijednosti za kontinentalnost.

Analizom oznaka indikatorskih vrijednosti za vlažnost (Slika 25), utvrđeno je da su odsutne vrste koje zauzimaju sušna područja, područja sa niskim količinama oborina, kao i područja s iznimno velikom količinom oborinama (preko 1.400 mm), ali sa niskom vlažnosti zraka. Najveći broj zabilježenih vrsta pripada u područja s godišnjom količinom oborina preko 700 mm (27,2%) i s velikom količinom oborina preko 1.000 mm (27,2 %). Ostale vrste nastanjuju područja s niskom količinom oborina (9,1 %), ali uz visoku vlažnost zraka, zatim područja s godišnjom količinom oborine preko 800 mm (18,2 %), kao i područja s iznimno velikom količinom oborinama preko 1 400 mm (18,2%).



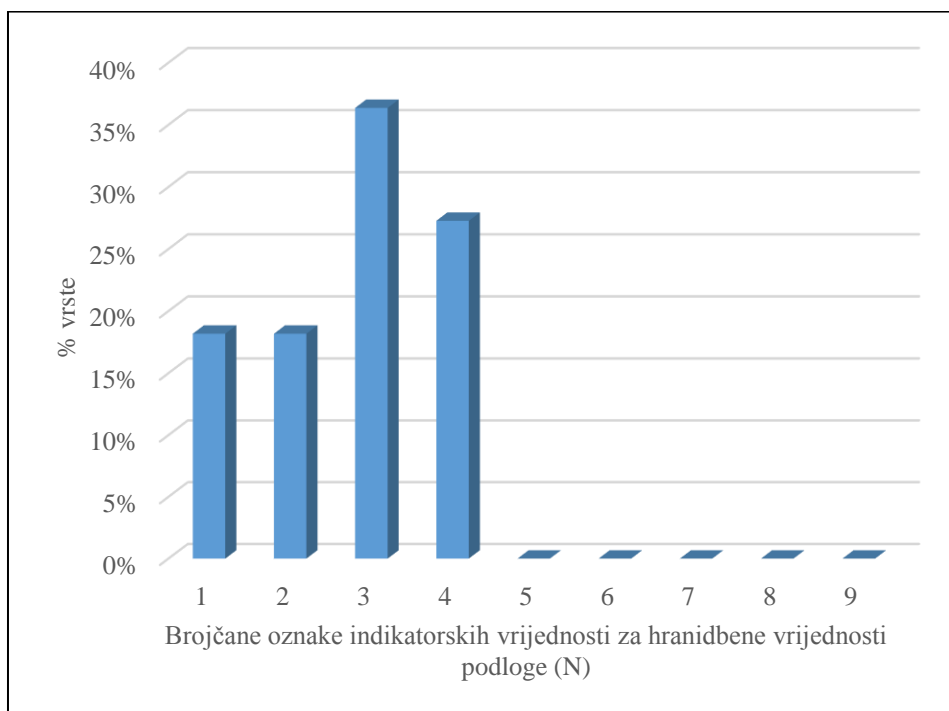
Slika 25. Raspodjela oznaka indikatorskih vrijednosti za vlažnost.

Analizom oznaka indikatorskih vrijednosti za reakciju podloge (Slika 26), utvrđeno je da su odsutne vrste koje rastu na kiselim podlogama, pH niži od 4,9, kao i vrste koje rastu na podlozi sa neutralnim i bazičnim pH. Najveći broj vrsta (63,6 %) raste na umjereno kiseljoj podlozi, zatim na blago kiseljoj (27,3 %) i subneutralnoj (9,1%) podlozi.



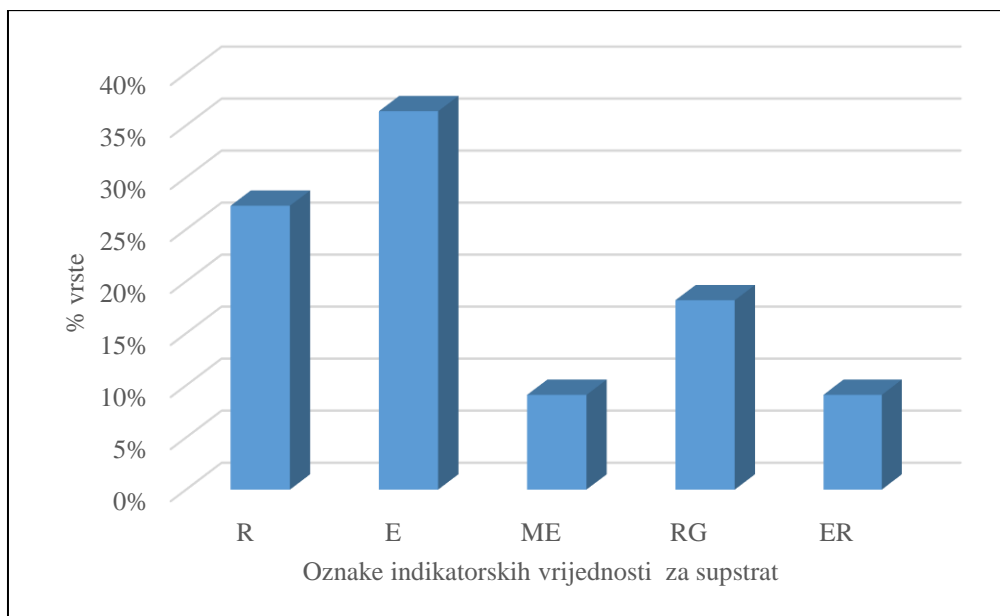
Slika 26. Raspodjela oznaka indikatorskih vrijednosti za reakciju podloge

Analizom oznaka indikatorskih vrijednosti za hranidbenu vrijednost podloge (Slika 27), utvrđeno je da izostaju vrste koje podnose umjerenu do vrlo snažnu eutrofikaciju. Najveći broj vrsta pripada skupini koja podnosi vrlo slabu eutrofikaciju (36,4 %), dok su ostale raspoređene u skupine koje ne podnose eutrofikaciju (18,2 %), podnose iznimno slabu eutrofikaciju (18,2 %) i one koje podnose vrlo slabu do umjerenu eutrofikaciju (27,1%).



Slika 27. Raspodjela oznaka indikatorskih vrijednosti za hranidbenu vrijednost podloge.

Analizom oznaka indikatorskih vrijednosti za supstrat (Slika 28), utvrđeno je da najveći broj vrsta lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae*, koji su zabilježeni na području Parka prirode Papuk, raste isključivo na tlu ili sirovom humusu (36 %), a zatim na kori stabala (27 %). Neke vrste su zabilježene na dva različita supstrata. Dvije vrste kao supstrat koriste koru stabala i stijene, a jedna vrsta je zabilježena da raste na mahovini i tlu, te jedna na tlu i kori stabla.



Slika 28. Raspodjela oznaka indikatorskih vrijednosti za supstrat.

Prema podacima vezanima za životne oblike lišajeva, utvrđeno je da svih 12 vrsta lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae* pripada listastim lišajevima.

4. RASPRAVA

Pregledom literaturnih izvora o raznolikosti lišajske flore i provedenim terenskim istraživanjem utvrđena je zastupljenost 12 vrsta iz epifitske lišajske sveze *Lobarion pulmonariae* u Parku prirode Papuk. Ove vrste čine udio od 9 % aktualnog broja od 140 vrsta zabilježenih za floru lišajeva Parka prirode Papuk.

Taksonomski pripadaju u jedan red (Peltigerales) liheniziranih gljiva i pet porodica (Collemaaceae, Lobariaceae, Nephromataceae, Pannariaceae i Peltigeraceae).

Rod *Peltigera* je najraznolikiji (7 vrsta) i na četvrtom je mjestu u poretku rodova prema broju vrsta u lišajskoj flori Park prirode (Labak i sur., 2011), iza rodova: *Cladonia* (12 vrsta), *Caloplaca* (8 vrsta) i *Lecanora* (8 vrsta).

Od ukupno 12 vrsta, njih 6 je pronađeno tijekom terenskog istraživanja na dva odabrana lokaliteta. Na lokalitetu Čarugin kamen pronađene su vrste: *Lobarina scrobiculata* i *Peltigera praetextata*, a na lokalitetu Svinjarevac: *Lobaria pulmonaria*, *Nephroma parile*, *Peltigera horizontalis* *Peltigera neopolydactylon* i *Peltigera praetextata*.

Nalaz vrste *Lobarina scrobiculata* izuzetno je važan jer je prvi nalaz u Panonskoj biogeografskoj regiji Hrvatske, s obzirom da areal uglavnom obuhvaća humidna područja Alpinske/Dinarske i Jadranske biogeografske regije.

Zabilježeni epifitski lišajevi kao podlogu za rast najčešće odabiru koru na starim deblima šumskog drveća (kortikolne vrste), a neki rastu na mahovinama (muscikolne vrste).

Za svojstvenu vrstu sveze, *Lobaria pulmonaria*, utvrđeno je da raste na tri vrste stabala nositelja; najviše na bukvi (*Fagus sylvatica*), zatim na hrastu kitnjaku (*Quercus petraea*) i hrastu meduncu (*Quercus pubescens*). To je podudarno s utvrđenim značajkama lišajske flore Parka prirode Papuk (Labak i sur., 2011), prema kojima su najčešća stabla nositelji epifitskih lišajeva: bukva (52 vrste), hrast kitnjak (41 vrsta), obična smreka, (8 vrsta) i obični grab (7 vrsta).

Šumska staništa obuhvaćaju 95 % ukupne površine Parka prirode Papuk, a njihova raznolikost uvjetovana je orografskim, geološkim, edafskim i klimatskim čimbenicima (Peričić, 2018). Najzastupljenija su staništa brdskih bukovih šuma (18.639 ha ili 57 %) i šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (4.530 ha ili 14 %).

Među vrstama šumskog drveća, na sjevernoj strani Parka prirode Papuk zastupljena je bukva s udjelom od 80 %, a na južnoj strani s 50 %. Obrnuto, na južnoj strani zastupljen je hrast kitnjak (34 %), a na sjevernoj s 50 % (Samarđić, 2005).

Životni vijek, odnosno starost stabla nositelja, pH kore i humidnost klime su ključni čimbenici za naseljavanje i opstanak lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae*. Srednja vrijednost prsnog promjera (DBH) stabala bukve na lokalitetu Svinjarevac iznosila je 135 cm, dok za stabla bukve u Hrvatskoj iznosi 175 cm, s najvećom vrijednosti od 363 cm (Ozimec, 2003).

Promjene pH kore stabla nositelja u pravcu zakiseljavanja negativno utječu na lišajeve iz sveze *Lobarion pulmonariae* i uzrokuju njihov nestanak sa stabala (Gauslaa, 1985). Granične vrijednosti reakcije kore za odabrane vrste su: *Lobarina scrobiculata* (4,6); *Nephroma parile*, *Lobaria pulmonaria* (4,8). Reakcija kore (pH) stabala nositelja u Hrvatskoj u rasponu je od 5,8 do 6,9 što je optimalna vrijednost (Ozimec, 2003).

Analizom indikatorskih vrijednosti utvrđene su sljedeće ekološke značajke za svezu *Lobarion pulmonariae* u Parku prirode Papuk: najveći broj vrsta (45,5 %) raste u sjeni; nastanjuje hladna područja montanog pojasa (80 %); subatlantske su rasprostranjenosti u srednjoj Europi (36,3 %); nastanjuju područja s godišnjom količinom oborine preko 700 mm (54,4 %); najveći broj vrsta (63,6 %) raste na umjereno kiseloj podlozi (pH 4,9-5,6); najveći broj vrsta (63,5 %) podnosi vrlo slabu do umjerenu eutrofikaciju; najčešća podloga na kojoj rastu su tlo (36 %), zbog dominacije vrsta iz roda *Peltigera*, te kora drveća (27 %).

Svi zabilježeni lišajevi pripadaju istom životnom obliku, odnosno svi su listasti ili foliozni lišajevi. Primjetno je odstupanje od utvrđene raspodjele životnih oblika za ukupnu lišajsku floru Parka prirode Papuk (Labak i sur., 2011) prema kojoj dominiraju korasti lišajevi (50 %), zatim listati (33 %), a najmanje je grmastih (17 %).

Prisutnost lišajeva iz epifitske sveze *Lobarion pulmonariae* ukazuje na stanje očuvanosti i dugog ekološkog kontinuiteta šumskih ekosustava jer su za naseljavanje i opstanak lišajeva ključna stara stabla šumskog drveća, koja su ujedno i stanište mnogim populacijama faune. Stoga ih smatramo svojevrsnim bioindikatorima očuvanosti i stabilnosti šumskih ekosustava.

U šumskim staništima Parka prirode Papuk postoje pogodni uvjeti za razvoj lišajeva na tlu, stijinama, mahovinskom pokrivaču i na stablima. Nisu sva šumska staništa pogodna za svezu *Lobarion pulmonariae*, već samo ona u područjima gdje mikroklimatski uvjeti, prije svega količina oborine, dinamika vlažnosti zraka i intenzitet svjetlosti lokalno oblikuju vrlo humidnu mikroklimu s obilježjima sličnim oceanskoj klimi.

Uz nekoliko, prethodno poznatih nalazišta, te novija nalazišta: Čarugin kamen i Svinjarevac, možemo pretpostaviti da u Parku prirode Papuk postoji još područja u kojima su zastupljene epifitske lišajске vrste iz sveze *Lobarion pulmonariae* i da je moguće pronaći dodatne vrste koje pripadaju svezi.

5. ZAKLJUČAK

- Na području Parka prirode Papuk zabilježeno je 12 vrsta lišajeva iz epifitske sveze *Lobarion pulmonariae*, koji pripadaju u pet porodica i jedan red liheniziranih gljiva;
- Zabilježeni lišajevi kao podlogu za rast odabiru debla šumskog drveća, najčešće bukve (*Fagus sylvatica*), zatim hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) i hrasta medunca (*Quercus pubescens*), a neki rastu na mahovinama;
- Ekološke značajke za svezu *Lobarion pulmonariae* u Parku prirode Papuk su sljedeće: najveći broj vrsta raste u sjeni; nastanjuje hladna područja montanog pojasa; subatlantske su rasprostranjenosti u srednjoj Europi; nastanjuju područja s godišnjom količinom oborine preko 700 mm; najveći broj vrsta raste na umjereno kiseloj podlozi; najveći broj vrsta podnosi vrlo slabu do umjerenu eutrofikaciju; najčešća podloga na kojoj rastu su tlo i kora drveća; prema životnom obliku sve su vrste listastoga talusa;
- Areal sveze *Lobarion pulmonariae* u Parku prirode Papuk ograničen je na područja u kojima su povoljni mikroklimatski uvjeti, uz postojanje dovoljnog broja starih stabala nositelja epifitskih lišajeva i vlo nizak antropogeni utjecaj na stanište;
- Prisutnost lišajeva iz epifitske sveze *Lobarion pulmonariae* ukazuje na očuvanost i vrijednu bioraznolikost šumskih ekosustava u Parku prirode Papuk;
- Dobiveni rezultati primjenjivi su u Javnoj ustanovi Park prirode Papuk za planiranje trajnog praćenja zastupljenosti lišajeva iz sveze *Lobarion pulmonariae* kao prikladnih bioindikatora stabilnosti i očuvanosti šumskih ekosustava, te promicanje spoznaja o raznolikosti i značenju lišajske flore u Parku prirode Papuk.

6. LITERATURA

Brunialti, G., Frati, L., Ravera, S. (2015) Structural variables drive the distribution of the sensitive lichen *Lobaria pulmonaria* in Mediterranean old-growth forests. *Ecological Indicators*, 53: 37-42.

Deme, J., Kovacs, D., Alegro, A., Šegota, V., Purger, D., Csiky, J. (2017) Lichenological and bryological curiosities in the Papuk Mt (Croatia). *Acta Biologica Plantarum Agriensis*, 5(1): 49.

Dobson, F. S. (2018) *Lichens: An Illustrated Guide to the British and Irish Species*. Seventh revised edition. Slough, British Lichen Society, Richmond Publishing Co. Ltd.

Feuer, T., Hawksworth, D. L. (2007) Biodiversity of lichens, including a world-wide analysis of checklist data based on Takhtajan's floristic regions. *Biodiversity and Conservation*, 1: 85-98.

Gauslaa, Y. (1985) The ecology of *Lobaria pulmonaria* and *Parmelia caperata* in *Quercus* dominated forests in south-west Norway. *Lichenologist* 17: 117-140.

Juriado, I., Liira, J. (2009) Distribution and habitat ecology of the threatened forest lichen *Lobaria pulmonaria* in Estonia. *Folia Cryptogamica Estonica*, 46: 55–65.

Labak, I. (2007) *Epifitski lišajevi Parka prirode „Papuk“*. Magistarski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.

Labak, I., Ozimec, S., Dumbović, V., Topić, J. (2011) Contribution to the knowledge of lichens of Papuk Nature Park (Slavonia, eastern Croatia). *Natura Croatica*, 20:35-52.

Mayrhofer, H., Konrad, L. M., Prettnner, M., Seiffter, K., Bilovitz, P. O. (2018) The lichens of Croatia. *Phyton (Horn, Austria)* 58(1): 1-102.

Mehmedović, A. (2019) *Inventarizacija raznolikosti lišajeva Hrvatske*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb.

Mrak, T. (2017) Distribution of lichens from the *Lobaria s. lat.* group in Slovenia. *Folia Biologica et Geologica*, 58: 77-92.

Nash III, T. H. (2008) *Lichen Biology*, 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press.

- Ozimec, S. (2003) Epifitski lišajevi Gorskog kotara i Kvarnerskog primorja. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Ozimec, S. (2011) Diversity and ecology of epiphytic and terricolous lichen mycota in Gorski kotar and Kvarner littoral (Croatia). *Acta Biologica Slovenica*, 54: 15-41.
- Ozimec, S., Prlić, D. (2019) Diversity and ecology of the lichen family Lobariaceae (lichenized Ascomycota: Peltigerales) in Croatia. XXII Symposium of Cryptogamic Botany. Lisabon (Portugal), 24.-26. 7. 2019.
- Pamić, J., Radonić, G., Pavić, G. (2003) Geološki vodič kroz Park prirode Papuk. Voćin, Javna ustanova „Park prirode Papuk“.
- Pandža, M. (2010) Flora Parka prirode Papuk (Slavonija, Hrvatska). *Šumarski list*, 134(1-2): 25-43.
- Peričić, T. (2018) Šumske biocenoze Parka prirode „Papuk“. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek.
- Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama. „Narodne novine“, broj 144/2013., 73/2016.
- Purvis, W. (2000) *Lichens*. London, Natural History Museum.
- Rose, F. (1988) Phytogeographical and ecological aspects of Lobarion communities in Europe. *Botanical Journal of the Linnean Society (London)* 96: 69-79.
- Samarđić, I. (2005) Vaskularna flora Parka prirode Papuk. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Samarđić, I. (2010) Plan upravljanja Parka prirode Papuk. Voćin, Javna ustanova Park prirode „Papuk“.
- Schumm, F. (2003) Die Flechten gattung *Lobaria* aus Madeira. *Herzogia* 16, 91-112.
- Smith, C. W., Aptroot, A., Coppins, B. J., Fletcher, A., Gilbert, O. L., James, P. W., Wolseley, P. A. (2009) *The Lichens of Great Britain and Ireland*. London, British Lichen Society.
- Tomašević, M. (2016) Flora Požeške kotline i Slavenskog gorja. Zagreb – Požega, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjem Požeško-slavonske županije

Topić, J., Šegulja, N. (2005) Biljnogeografski položaj i raščlanjenost Hrvatske. U: Nikolić, T., Topić, J. (ur.) Crvena knjiga vaskularne flore Republike Hrvatske. Kategorije EX, RE, CR, EN i VU. Zagreb, Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, 14-17.

Uredba o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže. „Narodne novine“, broj 80/2019.

Wirth, V. (2010) Ökologische Zeigerwerte von Flechten-erweiterte und aktualisierte Fassung. *Herzogia* 23(2): 229-248.

Wirth, V., Hauck, M., Schultz, M. (2013) Die Flechten Deutschlands 1,2. Stuttgart, Eugen Ulmer KG.

Zakon o proglašenju Parka prirode „Papuk“. „Narodne novine“ broj 45/1999.

Zovkić, J. (2018) Epifitska i epilitska lišajska flora područja Lapjaka (Park prirode Papuk). Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.